







Apparatus for the regulation of an internal combustion engine

Patent number: EP0684375
Publication date: 1995-11-29
Inventor: OTT KARL ING (DE); WALTER KLAUS DIPL ING (DE)
Applicant: BOSCH GMBH ROBERT (DE)
Classification:
- international: F02D41/34; F02D41/06
- european: F02D41/06D; F02D41/34B2
Application number: EP19950107650 19950519
Priority number(s): DE19944418577 19940527

Also published as:

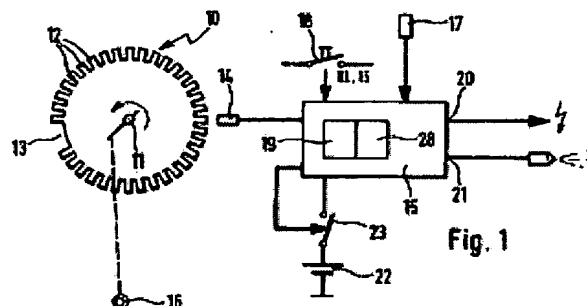
 DE4418577 (A1)
 EP0684375 (B1)

Cited documents:

 EP0576334
 DE4143094
 DE4230616
 JP60062665

Abstract of EP0684375

The regulation system uses a sensor for detecting the position of the engine crankshaft, with simultaneous monitoring of the crankshaft revs by evaluating the crankshaft position signal, to control the fuel injection and ignition timing pulses supplied to the engine. The phase of the engine is determined by adjusting the ignition timing angle in successive steps and evaluating the corresponding variation in the crankshaft revs. Each determined crankshaft angle and phase are stored for comparison with the next set of values, to provide a validity check.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



12

⑤ Int. Cl.⁶: **F02D 41/34**, F02D 41/06

(71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH
Postfach 30 02 20
D-70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: Ott, Karl, Ing.
Im Eichenrain 12
D-71706 Markgröningen (DE)
Erfinder: Walter, Klaus, Dipl. Ing.
Westendstrasse 71
D-74321 Bietigheim-Bissingen (DE)

⑤4 Einrichtung zur Regelung einer Brennkraftmaschine.

57) Es wird eine Einrichtung zur Regelung einer Brennkraftmaschine beschrieben, bei der die Stellung der Kurbelwelle mit Hilfe eines entsprechenden Sensors vom Steuergerät laufend ermittelt wird, gleichzeitig wird aus dem erhaltenen Kurbelwellengebersignal laufend die Drehzahl bestimmt. Ein Phasensensor wird nicht benötigt, da eine zu wählbaren Zeiten durchgeführte Verschiebung des Vorlage-winkels und die dadurch möglicherweise auf-tretende Drehzahländerung eine eindeutige Aussage über die Phasenlage der Brennkraftmaschine ablei-ten läßt. Wird zusätzlich noch eine Auslauferkennung durchgeführt und die jeweils letzte ermittelte Kurbel-wellenwinkellage sowie Phasenlage abgespeichert, kann diese beim Wiedereinschalten als richtig vor-ausgesetzt werden und innerhalb der nächsten Ar-beitsspiele auf ihre Richtigkeit überprüft werden und gegebenenfalls eine Neusynchronisation der Pha-senlage erfolgen.

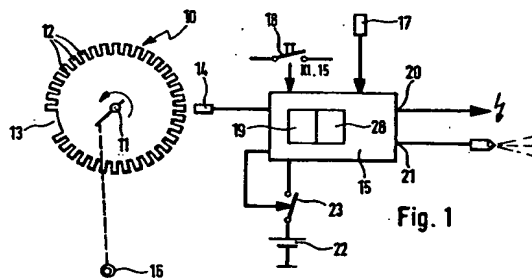


Fig. 1

EP 0 684 375 A1

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Einrichtung zur Regelung einer Brennkraftmaschine nach der Gattung des Hauptanspruchs.

Bei einer Mehrzylinder-Brennkraftmaschine mit einer Kurbel- und einer Nockenwelle wird vom Steuergerät in Abhängigkeit von der erkannten Lage der Kurbelwelle berechnet, zu welchem Zeitpunkt in welchen Zylinder Kraftstoff eingespritzt werden soll und zu welchem Zeitpunkt in welchem Zylinder die Zündung ausgelöst werden muß. Dabei ist es üblich, die Winkellage der Kurbelwelle mit Hilfe eines Sensors zu ermitteln, der die Kurbelwelle bzw. eine mit dieser verbundenen Scheibe mit einer charakteristischen Oberfläche abtastet.

Da sich die Kurbelwelle innerhalb eines Arbeitsspiels zweimal dreht, läßt sich allein durch Abtasten der Kurbelwelle die Phasenlage der Brennkraftmaschine nicht eindeutig bestimmen. Damit dies möglich ist, wird üblicherweise mit Hilfe eines zweiten Sensors eine mit der Nockenwelle in Verbindung stehende Geberscheibe, die an ihrer Oberfläche eine Bezugsmarke aufweist, abgetastet. Da sich die Nockenwelle nur einmal während eines Arbeitsspiels dreht, kann das Steuergerät aus dem vom Nockenwellensensor gelieferten Signal mit einem einzigen Impuls pro Arbeitsspiel die Phasenlage der Brennkraftmaschine erkennen und eine Synchronisation durchführen. Ein solches System wird beispielsweise in der deutschen Patentanmeldung P 42 30 616.7 beschrieben.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Einrichtung zur Regelung einer Brennkraftmaschine hat den Vorteil, daß kein Phasensensor, also kein Sensor, der eine mit der Nockenwelle rotierende Scheibe abtastet, benötigt wird, sondern lediglich ein Sensor, der die Stellung der Kurbelwelle ermittelt.

Erzielt wird dieser Vorteil, indem der Beginn der Einspritzung bezogen auf die Winkelstellung der Kurbelwelle für die einzelnen Zylinder, auch Vorlagerungswinkel genannt, gezielt verändert wird, so daß von einem Arbeitsspiel zum nächsten bei falscher Phasenlage eine Drehzahländerung initiiert wird, die mit Hilfe der Auswertung der Signale des Kurbelwellensensors erkannt wird. Diese Drehzahländerung wird im Steuergerät ausgewertet und zur Phasenerkennung und daran anschließend zur Phasensynchronisation verwendet.

Besonders vorteilhaft ist, wenn diese Phasenerkennung zusammen mit einer Einrichtung eingesetzt wird, bei der die Stellung der Kurbelwelle und damit auch die Stellung der Nockenwelle sowie die Phasenlage nach dem Auslauf der Brennkraftmaschine registriert und abgespeichert wird und diese

Erkenntnisse beim Wiedereinschalten der Brennkraftmaschine zunächst berücksichtigt werden und unmittelbar nach dem Start eine Phasenerkennung abläuft, anhand derer erkannt wird, ob die angenommene Phasenlage korrekt war.

Wird bei einem System mit Auslauferkennung eine solche Überprüfung der Phasenlage mit Hilfe der Beeinflussung des Vorlagerungswinkels bei der Einspritzung durchgeführt, ist in dem Fall, in dem die abgespeicherte Phasenlage richtig ist, sofort nach dem Einschalten der Brennkraftmaschine eine optimale Zündung und Einspritzung gewährleistet. In den wenigen anderen Fällen können zwar Einspritzungen und Zündungen zu unerwünschten Zeitpunkten erfolgen, es wird jedoch schnell eine Synchronisation und daran anschließend eine optimale Steuerung bzw. Regelung der Zündung und Einspritzung der Brennkraftmaschine erhalten, ohne daß dazu ein Phasensensor erforderlich ist.

Weitere Vorteile der Erfindung werden mit Hilfe der in den Untransprüchen angegebenen Maßnahmen erzielt.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. In Figur 1 sind die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Bestandteile des Steuerungssystems einer Brennkraftmaschine schematisch dargestellt und in Figur 2 ist dargestellt, bei welchen Winkeln bezogen auf die Kurbelwellenstellung, die Einspritzungen bzw. Zündungen zu erfolgen haben, damit eine Phasenerkennung durchgeführt werden kann.

Beschreibung

In Figur 1 sind die zur Erläuterung der Erfindung erforderlichen Komponenten des Steuerungssystems einer Brennkraftmaschine schematisch dargestellt. Dabei ist mit 10 eine Geberscheibe bezeichnet, die starr mit der Kurbelwelle 11 der Brennkraftmaschine verbunden ist und an ihrem Umfang eine Vielzahl gleichartiger Winkelmarken 12 aufweist. Neben diesen gleichartigen Winkelmarken 12 ist eine Referenzmarke 13 vorhanden, die beispielsweise durch zwei fehlende Winkelmarken realisiert ist.

Die Geberscheibe 10 wird vom Aufnehmer 14, beispielsweise einem induktiven Aufnehmer oder einem Hall-Sensor, abgetastet, die beim Vorbeilaufen der Winkelmarken im Aufnehmer erzeugten Signale werden im Steuergerät 15 in geeigneter Weise aufbereitet.

Ein bei herkömmlichen Brennkraftmaschinen vorhandener Phasensensor, der die Nockenwelle 16 bzw. eine mit der Nockenwelle 16 verbundene

Scheibe mit einer Markierung abtastet, ist hier nicht vorgesehen. Die Information bezüglich der Phasenlage, die aus dem Ausgangssignal eines solchen Sensors üblicherweise gewonnen wird, wird hier mit Hilfe der noch zu erläuternden Änderung des Vorlagerungswinkels der Einspritzung erhalten.

Das Steuergerät 15 erhält über verschiedene Eingänge weitere, für die Steuerung bzw. Regelung der Brennkraftmaschine erforderliche Eingangsgrößen, die von verschiedenen Sensoren gemessen werden. In Figur 1 sind diese Sensoren mit 17 bezeichnet. Über einen weiteren Eingang wird ein "Zündung EIN"-Signal zugeführt, das beim Schließen des Zündschalters 18 von der Klemme Kl.15 des Zündschlosses geliefert wird.

Das Steuergerät 15 umfaßt wenigstens eine zentrale Prozessoreinheit 18 sowie Speicher 19. Im Steuergerät werden Signale für die Zündung und Einspritzung für nicht näher bezeichnete entsprechende Komponenten der Brennkraftmaschine ermittelt. Diese Signale werden über die Ausgänge 20 und 21 des Steuergerätes 15 abgegeben.

Die Spannungsversorgung des Steuergerätes 15 erfolgt in üblicher Weise mit Hilfe einer Batterie 22, die über einen Schalter 23 während des Betriebes der Brennkraftmaschine sowie während einer vom Steuergerät selbst gesteuerten Nachlaufphase nach Abstellen des Motors mit dem Steuergerät 15 in Verbindung steht. Die Nachlaufphase kann auch mit anderen Mitteln, z.B. mittels im Steuergerät vorhandener Speicher realisiert werden.

Mit der in Figur 1 beschriebenen Einrichtung kann die Stellung der Kurbelwelle 11 während des Betriebes der Brennkraftmaschine jederzeit erfaßt werden. Da die Zuordnung zwischen Kurbelwelle und Nockenwelle ebenso bekannt ist wie die Zuordnung zwischen der Stellung der Nockenwelle und der Lage der einzelnen Zylinder, kann nach dem Erkennen der Bezugsmarke eine Synchronisation erfolgen, jedoch nur dann, wenn ein für die Phasenlage charakteristisches Signal vorhanden ist.

Bei der Regelung von Viertaktbrennkraftmaschinen, die ohne Phasensensor, das heißt also ohne Sensor, der die Stellung der Nockenwelle ermittelt, arbeiten, besteht das Problem, daß das vom Kurbelwellensensor gelieferte Bezugsmarkensignal mehrdeutig ist, da sich die Kurbelwelle innerhalb eines Arbeitsspieles zweimal dreht, während sich die Nockenwelle nur einmal dreht. Es wird deshalb zur Erkennung der Phasenlage vom Steuergerät nach dem Start der Brennkraftmaschine die Lage der Einspritzung bezogen auf die Lage des Kurbelwellenwinkels so beeinflusst, daß aus den sich einstellenden Drehzahländerungen eine Phasensynchronisation durchgeführt werden kann. Die genaue Vorgehensweise soll nun anhand der in Figur 2 dargestellten Zusammenhänge erläutert werden.

In Figur 2 sind die für die Zündung und Einspritzung wesentlichen Größen über dem Kurbelwellenwinkel in Grad KW aufgetragen. Dabei zeigt a) die Zusammenhänge bei richtiger Phasenlage und b) bei falscher Phasenlage (falsch angenommener Phasenlage). Es bedeuten im einzelnen LWOT ist der Punkt, zu dem sich ein Zylinder im sogenannten Lastwechsel-oberen Totpunkt befindet. ZOT ist der obere Totpunkt des Zylinders, bei dem gezündet wird. Daß eine Zündung ausgelöst wird, wird durch die Pfeile 24 in Figur 2 symbolisiert. Der Bereich 25 ist jeweils der Bereich, in dem das Einlaßventil geöffnet ist und mit 26 sind die Einspritzimpulse bezeichnet.

Jeweils nach einem Winkel von 720 Grad KW, also nach einem Arbeitsspiel ist eine vertikale Linie eingetragen. Für das Verständnis wesentliche Winkelbereiche sind bezogen auf solche vertikalen Linien angegeben und zwar vom Beginn des Einspritzimpulses bis zu einer vertikalen Linie. Der Abstand zwischen dem Beginn der Einspritzimpulse und der darauffolgenden vertikalen Linie und damit dem Lastwechsel-oberen Totpunkt wird im nachfolgenden als Vorlagerungswinkel α bezeichnet.

Die Erkennung der Phasenlage nach dem Start oder im Betrieb, beispielsweise im Leerlauf wird durchgeführt, indem das Steuergerät gezielt Änderungen des Vorlagerungswinkels α vornimmt. Durch eine Änderung des Vorlagerungswinkels von einem Arbeitsspiel zum nächsten wird bei falscher Phasenlage eine Verschiebung der Einspritzung in das vorangegangene Arbeitsspiel bewirkt, wodurch eine Drehzahländerung initiiert wird. Diese Drehzahländerung wird ausgewertet und zur Phasensynchronisation herangezogen. Dabei wird das Drehzahlsignal aus dem Signal der Kurbelwellensensors gewonnen, der eine drehzahlabhängige Pulsfolge liefert, die im Steuergerät 15 in üblicher Weise zur Drehzahlermittlung verwendet wird.

Wird der Vorlagerungswinkel so verändert wie es in Figur 2 dargestellt ist, dann hat der Vorlagerungswinkel im ersten Arbeitsspiel z.B. einen Sollwert von 180 Grad KW vor Lastwechsel-OT. Im zweiten Arbeitsspiel wird der Sollvorlagerungswinkel um 360 Grad KW auf 540 Grad KW vor LWOT erhöht. Im dritten Arbeitsspiel wird der Sollwert des Vorlagerungswinkels wieder um 360 Grad KW, also auf 180 Grad KW verringert. Ist die Phasensynchronisation richtig, so entspricht die Sollvorlagerung der Istvorlagerung und jedes Arbeitsspiel wird mit einer einzigen Einspritzung bedient. Es wird somit keine deutliche Drehzahländerung auftreten bzw. zu erkennen sein. Der Sachverhalt bei richtiger Phasenlage ist in a) dargestellt.

Ist dagegen die angenommene Phasenlage falsch (b), dann ist der Istvorlagerungswinkel um 360 Grad KW gegenüber dem Sollvorlagerungswinkel

kel verschoben, es ist also im ersten Arbeitsspiel der Istvorlagerungswinkel um 540 Grad KW vor dem ersten Lastwechsel-Oberen Totpunkt. Im zweiten Arbeitsspiel ist der Istvorlagerungswinkel 900 Grad KW vor dem zweiten Lastwechsel-OT. Dies ist gleichbedeutend mit 180 KW vor dem ersten Lastwechsel-OT. Im dritten Arbeitsspiel ist der Istvorlagerungswinkel dann 540 Grad KW vor dem dritten Lastwechsel-OT.

Bei falsch angenommener Phasenlage erfolgen demnach im ersten Arbeitsspiel zwei Einspritzungen und im zweiten Arbeitsspiel überhaupt keine Einspritzung. Dies führt zu einer verschlechterten Verbrennung oder gar zu Verbrennungsaussetzern und verursacht daher eine Drehzahländerung. Die Erkennung dieser Drehzahländerung wird im Steuergerät 15 mittels eines geeigneten Verfahrens durchgeführt. Wird eine solche Drehzahländerung sicher erkannt, kann damit festgestellt werden, daß die Phasenlage falsch ist und das Steuergerät kann eine Phasenneusynchronisation auslösen und von dieser Neusynchronisation ausgehend die weiteren Einspritz- und Zündimpulse an der richtigen Stelle auslösen.

Durch diese Vorgehensweise kann das Steuergerät nach wenigen Einspritzungen erkennen, ob die angenommene Phasenlage richtig oder falsch ist und im Fall einer falschen Phasenlage eine Korrektur vornehmen. Ein Phasensor, wie er bei üblichen Systemen benötigt wird, kann daher entfallen.

Die beschriebene Phasenerkennung kann bei bekannten Einspritz- und Zündsystemen wie SEFI (sequentielle Kraftstoffeinspritzung), bei Klopfregelungen, rotierender Hochspannungsverteilung, ruhender Hochspannungsverteilung, Zwei-Funkenspulen u.ä. Systemen eingesetzt werden.

Wird die Phasenerkennung durch Änderung des Vorlagerungswinkels α von einem Arbeitsspiel zum nächsten bei einer Einrichtung zur Regelung einer Brennkraftmaschine eingesetzt, bei der nach dem Abschalten der Zündung ein Nachlauf abläuft, während dem die Auswerteeinrichtung das Kurbelwellensensorsignal bis zum Stillstand der Welle auswertet und die Stellung der Kurbelwelle sowie die übrigen motorspezifischen Daten beim Stillstand in einem nicht flüchtigen Speicher abspeichert und beim Wiedereinschalten als richtig voraussetzt, kann eine abgespeicherte und beim Neustart als richtig angenommene Phasenlage überprüft und ggf. korrigiert werden. Bei einer solchen Einrichtung zur Regelung einer Brennkraftmaschine kann also unmittelbar nach dem Start in den meisten aller Fälle korrekt eingespritzt und gezündet werden. Lediglich unter ungünstigen Umständen, beispielsweise nach einem Abwürgen des Motors wird zunächst falsch eingespritzt bzw. gezündet und erst nach der Synchronisation optimal gearbei-

tet.

Die Erkennung, ob die Phasenlage richtig oder falsch ist, wird wie bereits vorstehend erläutert, vom Steuergerät 15 über die Erkennung von Drehzahländerungen durchgeführt.

Bei einer Brennkraftmaschine mit Phasensensor kann bei defektem Phasensensor ein Notlauf realisiert werden, bei dem ein Verfahren abläuft, wie es vorstehend für eine Brennkraftmaschine ohne Phasensensor beschrieben ist.

Patentansprüche

1. Einrichtung oder Verfahren zur Regelung einer Brennkraftmaschine mit einer Kurbelwelle, deren Winkelstellung und Drehzahl durch Auswertung eines von einem Kurbelwellensensor gelieferten Signales in einer Auswerteeinrichtung laufend ermittelt wird, wobei die Auswerteeinrichtung abhängig von der Winkelstellung Einspritz- und Zündimpulse auslöst, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erkennung der Phasenlage der Brennkraftmaschine der Vorlagerungswinkel der Einspritzung in aufeinanderfolgenden Arbeitsspielen um vorgebbare Werte verschoben wird und die dadurch ggf. verursachten Änderungen der Drehzahl ausgewertet werden, wobei beim Auftreten vorgebbarer Drehzahländerungen auf eine falsche Phasenlage geschlossen wird und entsprechende Korrekturen durchgeführt werden.
2. Einrichtung oder Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Erkennung der Phasenlage unmittelbar nach dem Start und/oder während bestimmter Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine, insbesondere im Leerlauf, durchgeführt wird.
3. Einrichtung oder Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenerkennung und Synchronisation ausgehend von einer Auslauferkennung erfolgt, bei der die letzte Stellung der Kurbel- und/oder Nockenwelle sowie der Phasenlage in der Auswerteeinrichtung abgespeichert und beim Neustart als richtig angenommen wird und bei erkannter falscher Phasenlage eine Neusynchronisation bezüglich der Phasenlage erfolgt.
4. Einrichtung oder Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinrichtung das Steuergerät der Brennkraftmaschine ist, in dem die erforderlichen Berechnungen ablaufen und die im Auslauf ermittelten Meßwerte abgespeichert werden.

5. Einrichtung oder Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Verlagerungswinkel von einem Arbeitsspiel zum anderen Arbeitsspiel um 360° erhöht und danach wieder um 360° erniedrigt wird, so daß bei richtiger Phasenlage jedes Arbeitsspiel mit einer Einspritzung bedient wird und bei falscher Phasenlage entweder zwei oder keine Einspritzung pro Arbeitsspiel erfolgt (erfolgen).
6. Einrichtung zur Regelung einer Brennkraftmaschine mit einem zusätzlichen Phasensensor, dadurch gekennzeichnet, daß bei defektem Phasensensor ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchgeführt wird.

5

10

15

20

25

30

35

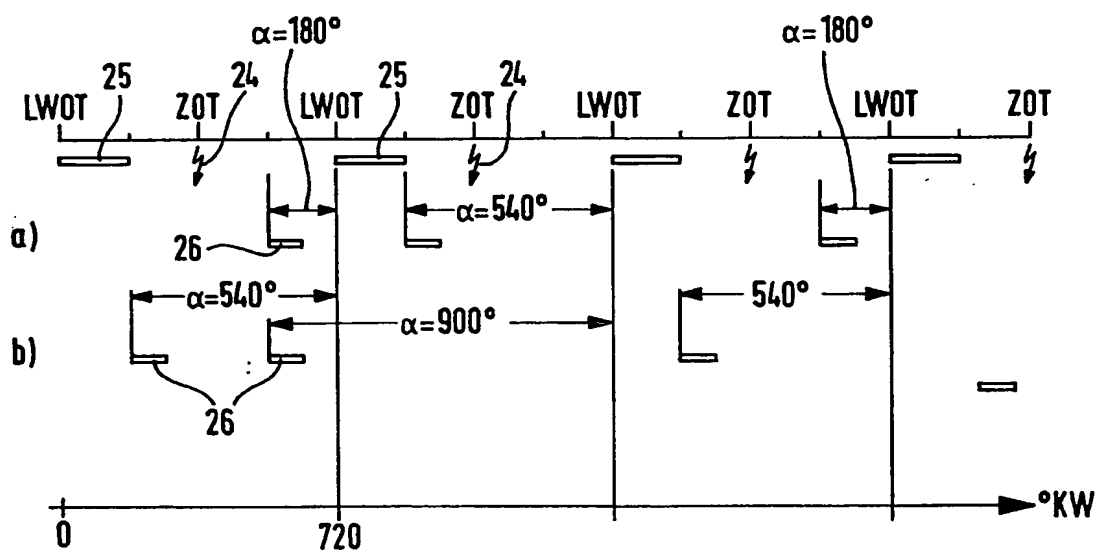
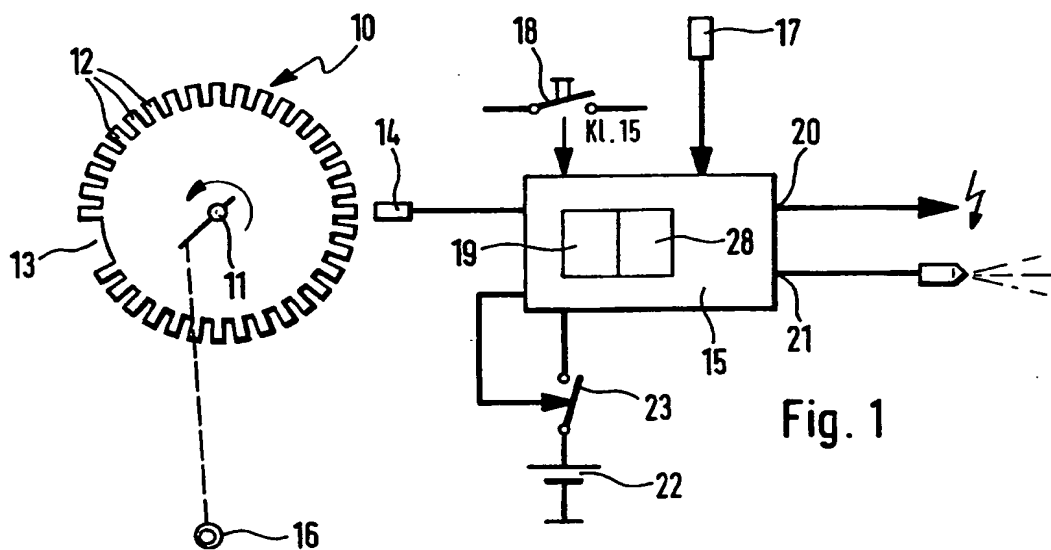
40

45

50

55

5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 10 7650

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	EP-A-0 576 334 (REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT S.A.) 29. Dezember 1993 * Spalte 2, Zeile 38 - Zeile 57 * * Spalte 3, Zeile 33 - Spalte 4, Zeile 47 * * Spalte 5, Zeile 32 - Spalte 11, Zeile 16 *	1,2,5	F02D41/34 F02D41/06
A	DE-A-41 43 094 (AKTIEBOLAGET VOLVO) 30. Juli 1992 * Spalte 3, Zeile 20 - Spalte 5, Zeile 62 *	1,2	
D,A	DE-A-42 30 616 (ROBERT BOSCH GMBH) 17. März 1994 * das ganze Dokument *	3,4	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 198 (M-404) 15. August 1985 & JP-A-60 062 665 (HITACHI SEISAKUSHO KK) 10. April 1985 * Zusammenfassung *	3,4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F02D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchemart	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	13. September 1995	Moualed, R	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	